防風林機能判定の一方法としての風下の乱れの強さと風速比との相関に就いて

Hajime Izuka: Research on the correlation between the turbulence intensity and the wind velocity on the leeward of windbreak as one method to judge the function of windbreak.

飯　塚　肇

目　次

緒　言 225
観測及び考察 226
緒　言 231
摘　要 231

緒　言

我々は防風林機能の測定方法として，一般に風下の風速比を選んでいるが，風下に於ける風の乱れの強さは防風林風下の風速減退効果に大きい役割をつとめる樹冠の状態により著しく影響されるものであるから，従つてこれを測定することも有効な防風林機能判定の一方法である。然し乍ら，一般に防風林風下の風の乱れの強さは主として防風林の樹冠の状態を，又風下の風速比は枝下樹幹の状態を多分に反映するもので，従つて両者は幾分その性質を異にする。そこで防風林の樹冠の状態も枝下樹幹の状態も共に充分反映された防風林風下効果の測定方法として試みたのが本研究である。次に述べる本研究は風下に於ける風速比と風の乱れとの相関性を検討すると共に，防風林の機能と両者の相関度との関係に就いて考究したものである。

尚こゝに本研究に就いて観測，取纏めを担当せられた樫山徳治氏その他の方々に深甚の謝意を表するものである。

観測及び考察

防風林による風速減衰の影響は，防風林帯による風の阻止分解作用とその前後に生ずる渦流及び乱流の増大による風の攪乱によつて起るものであることは，次の観測によつても明らかである。

今，「第1表に掲げた構造を有する防風林」に就いて風下の風の乱れの強さの変化と風速比の変化との相関を求めると第2表のようである。

第1表　供試防風林の構造

林形	林帯の幅 W (m)	葉量/m³=L (g)	L×W (kg)	胸高直径／水平面積m² D (cm)	D×W (cm)
雛形林 a 型	14.79	1,539.3	22.8	6.5	96.0
〃 b 〃	14.79	1,250.8	18.5	6.5	56.6
〃 c 〃	6.95	1,540.0	10.7	6.5	45.0
〃 d 〃	4.35	2,345.0	10.2	6.5	28.3
吹越第2国有防風林	104.00	122.6	12.8	26.5	2,756.0

備考　雛形林は，**くろまつ**幼壮令木の梢の方を2mの長さに伐り取つて，地中挿込の部分を 0.5m とし，樹高 1.5mの小形防風林を海岸砂地に設けたものである。

雛形林a型は，林縁木は地際迄枝をつけ，その他の林内木は地上 70 cm 迄下枝を除去したものであり，b 型は a 型中に幅 6.09m の空地帯を作つたもの，c 型は林縁木3列は地際迄枝をつけ，林内木は地上70 cm 迄下枝を除去したもの，d 型は全林木地際迄枝をつけたものである。

吹越第2国有防風林は雛形林を設けた場所の背後にある海岸防風林で樹種は**くろまつ**である。

雛形林は1本の占有面積 0.866m² であり，国有防風林のそれは 4.882m² であつた。尚雛形樹の平均胸高直径は 5.5 cm であつた。

（吹越第2国有防風林＝横浜**クロマツ**海岸防風林）

第2表　防風林風下に於ける乱れの強さの変化と風速比の変化との相関表

	a (1h～30h)	b (1h～30h)	c (1h～30h)	d (1h～20h)	吹越第2国有防風林 (1h～25h)
τ	−0.9803	−0.6410	−0.7141	−0.2904	−0.0508

$$\tau=\frac{\sum(y-\bar{y})(z-\bar{z})}{\sqrt{\sum(y-\bar{y})^2\sum(z-\bar{z})^2}}$$

但し $\bar{y}=\frac{1}{n}\sum y$，$\bar{z}=\frac{1}{n}\sum z$

$-1\leqq\tau\leqq1$

乱れの強さ $y\%$

風速比　$z\%$

（第5表参照）

第2表で得られた相関係数γの有意性及び信頼限界をみると，γ を標本相関係数，ρ を母集団相関係数として，γ の値から母集団のρを推定すると第3表のようになる。

第3表　γ の有意性検定表

	有　意　性	信　頼　限　界
a N＝7 τ＝0.9803	有　意 α＝0.1％の危険率でρ＝0と言う仮説は棄却される。即ち，0.1％の危険率でyとzと相関があると認められる。	95％の確率で $-0.98 \leqq \rho \leqq -0.875$
b N＝7 τ＝−0.6410	非有意 α＝10％の危険率でもρ＝0と言う仮説は棄却されない。即ち10回に1回以上もyとzとの間に相関がないと言う結果になると認められる。	90％の確率で $-0.88 \leqq \rho \leqq +0.03$
c N＝7 τ＝−0.7141	有　意 α＝10％の危険率でρ＝0と言う仮説は棄却される。即ち10％危険率でyとzと相関があると認められる。	90％の確率で $-0.92 \leqq \rho \leqq -0.07$
d N＝5 τ＝−0.2904	非有意 有意性は全然問題にならない。	90％の確率で $0.77 \leqq \rho \leqq +0.425$
吹越第2国有防風林 N＝5 τ＝−0.0508	非有意 有意性は全然問題にならない。	90％の確率で $-0.88 \leqq \rho \leqq +0.87$

即ち，雛形防風林a型，及びc型では，風背に於ける乱れの強さの変化と風速比の変化との間にだいたい相関が認められるし，b型，d型及び国有防風林では全然認められないが，これは前述のように厚い（幅は狭くても密度が大であれば厚い林帯と考えてよい。即ちb型ではLが小さく，又c型とd型を較べるとL×Wは両者共にほゞ同様であるが，D×Wは後者がはるかに小さく，従つてこの場合c型は比較的厚い林帯と考えてよい）林帯では林帯を吹き抜ける風が少いから，風下の風速は乱れの強さに左右せられることが多く，これに反して薄い林帯では吹き抜けの風に影響せられて，部分的に乱れの影響が明瞭に現われて来ないのであろうと考える。又このような風の吹き抜けの度合は，その時の風速によつても異なるものであり，従つて観測時の風速も考慮の中に入れなくてはならない。今，夫々の観測時に於ける標準風速をみると，

第4表　観測時の標準風速

林　形	雛形林a型	b　型	c　型	d　型	吹越第2国有防風林
標準風速 m/s	7.82	8.26	8.00	8.61	11.7

であり，第1表及び第2表によつてc型及びd型を比較すると，両観測時の風速はほゞ同様で，葉量も亦殆んど同様であるが，この両者は前述のように林形と胸高直径合計が異なり，胸

高直径合計の大きいｃ型の方が，寧ろ僅かに乱れの強さが小さく，風速比の変化は両者共にだいたい同様であるのがみられる。即ち，林形の相違を除外して考えると，この場合胸高直径合計の大小は余り防風林効果に響いて来ていない。次に標準風速の僅かに異なるａ型及びｂ型では，前者は後者よりも，胸高直径合計，葉量共にはるかに大きいが，ａ型はｂ型よりも風背の乱れが大きく，風速比は僅かに低率を示している。即ち，この場合には風背の風の乱れの増大は主として葉量の差によつて齎らされたものと考えるべきであり，このことから樹冠は風下に於ける渦流の生成に与えること大なるものがあることがわかり，又ｃ型とｄ型の比較からは，胸高直径の大小は主として林帯を吹き抜ける風の阻止に影響を及ぼすものであることがわかる。このことは，胸高直径合計の飛び離れて大きい吹越第２国有防風林の乱れの強さが他の４者の何れよりも小さく，且風速比は他の４者の何れよりも僅かに，或ははるかに高率であることからもなつとく出来ることである。只吹越第２国有防風林測定時の標準風速は 11.7m で，他の４者の場合よりも約50％程度大きい。従つて比較的疎立する林帯の樹幹部を吹き抜けた風のために，風脊の乱れの強さの低減と風速比の高昇を来たしたことも充分に考えられるのであつて，同率に他の４者との比較は出来難いが，一面このような強風時に防風林風下の効果が低落することは，それ自体防風林としての機能の不充分なことを示すものであろうと考えられる。

尚次に以上の考察に用いた各防風林の風下の乱れの強さ及び風速比の値を掲げると次表の通りである。

第５表　雛形防風林及び**くろまつ**海岸防風林風下の乱れの強さと風速比の変化

林形 ＼ h（樹高倍数）		1	5	10	15	20	25	30	v_0 m/s
a	$\sigma/\bar{v}$	78.4	42.0	32.3	30.4	29.7	29.5	21.9	7.82
	v/v_0	18.2	51.5	54.5	65.3	65.2	61.7	65.7	
b	$\sigma/\bar{v}$	46.0	31.7	25.8	12.1	28.7	26.0	22.7	8.26
	v/v_0	26.8	65.8	54.8	61.7	72.8	72.1	60.3	
c	$\sigma/\bar{v}$	30.8	39.5	26.6	21.1	19.5	19.5	17.5	8.00
	v/v_0	13.0	43.2	57.4	61.2	66.4	71.2	72.4	
d	$\sigma/\bar{v}$	24.3	47.7	30.0	24.8	23.2	20.6	19.1	8.61
	v/v_0	12.1	34.1	52.7	72.1	66.8	—	—	
横浜**くろまつ**海岸防風林	$\sigma/\bar{v}$	7.5	24.0	16.0	13.0	—	10.0	—	11.7
	v/v_0	19.7	41.8	58.9	88.2	—	76.8	—	

備　考

$\sigma/\bar{v}$＝乱れの強さ（％）

σ＝風速の標準偏差（m/s）

$\bar{v}$＝平均風速（m/s）

v/v_0＝風速比（％）

v_0 ＝標準風速（m/s）

v ＝各測点の風速（m/s）

上表は更に fig. 1～fig. 5 に図示されている。

Fig. 1　横浜くろまつ海岸防風林風下の風速比と乱れの強さ

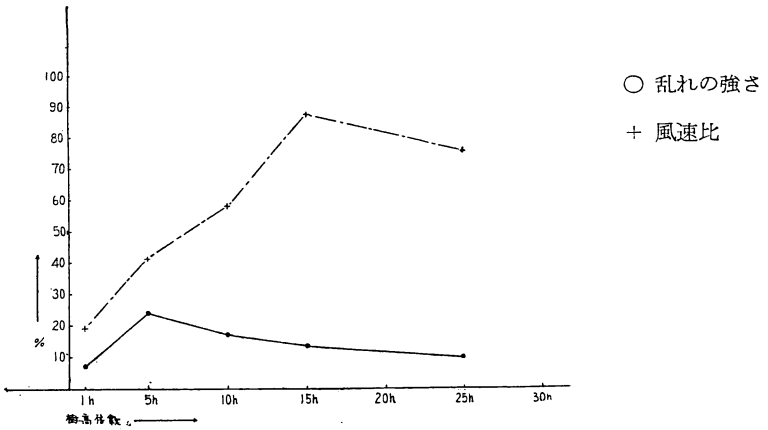


Fig. 2　雛形防風林風下の風速比と乱れの強さ　　A型

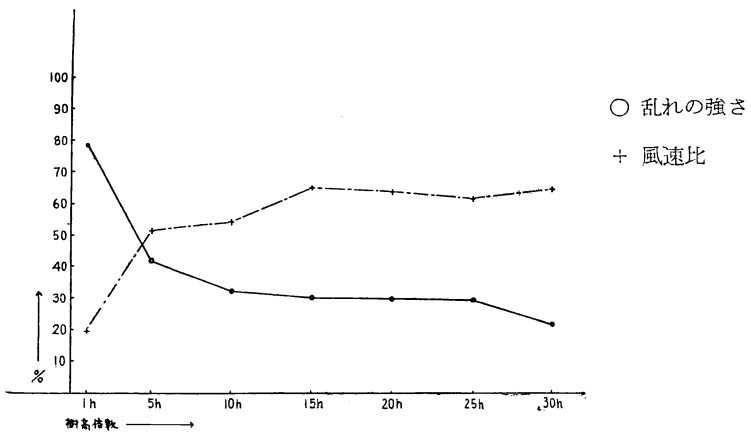


Fig. 3　雛形防風林風下の風速比と乱れの強さ　　B型

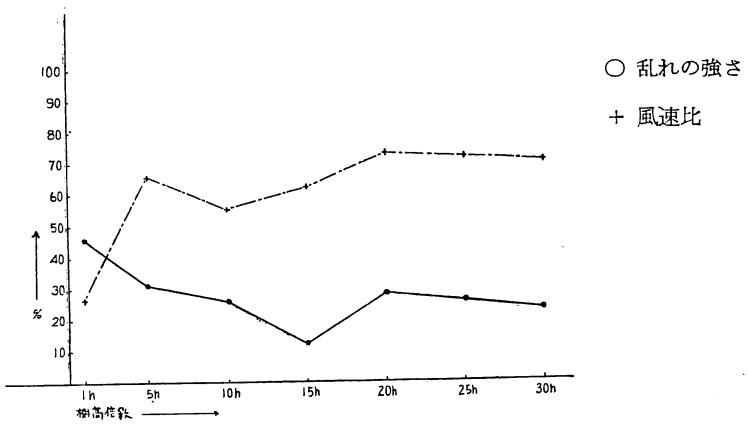


Fig. 4　雛形防風林風下の風速比と乱れの強さ　　C型

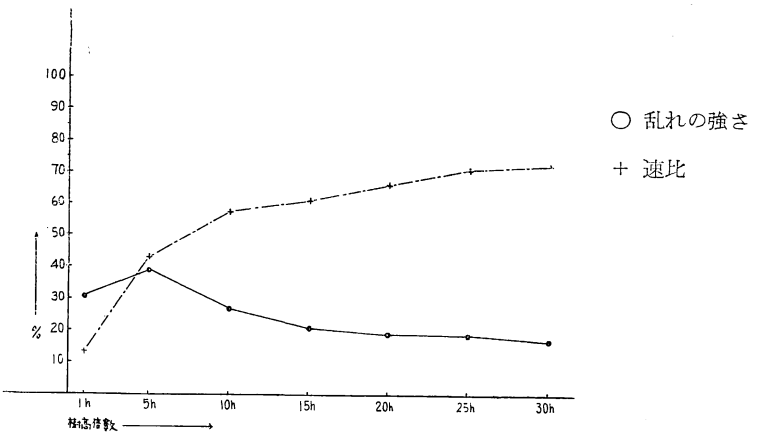
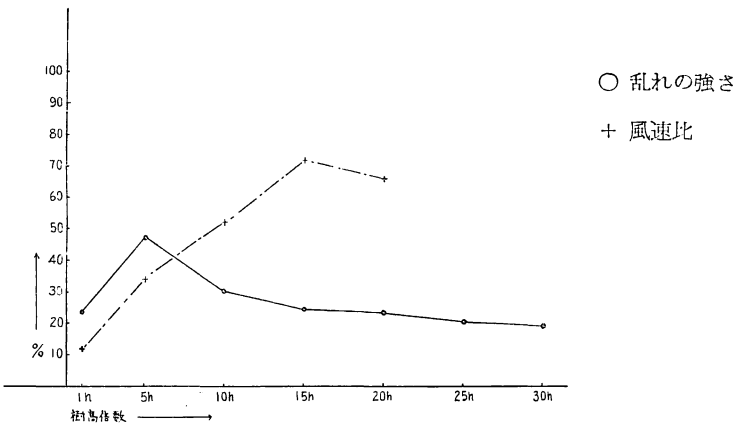
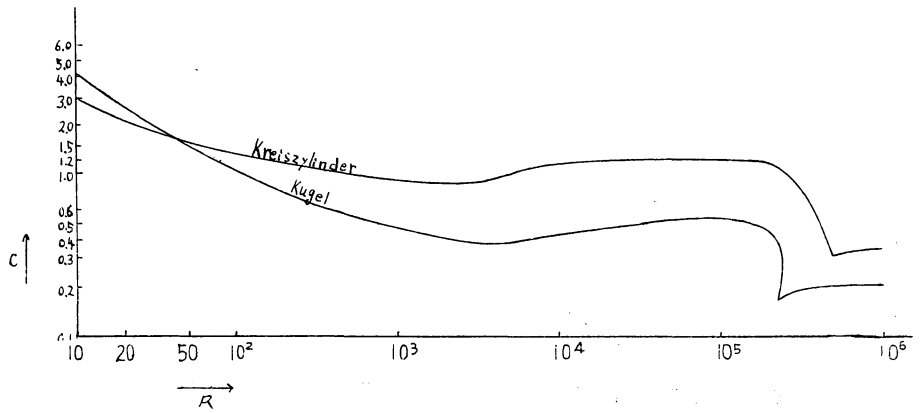


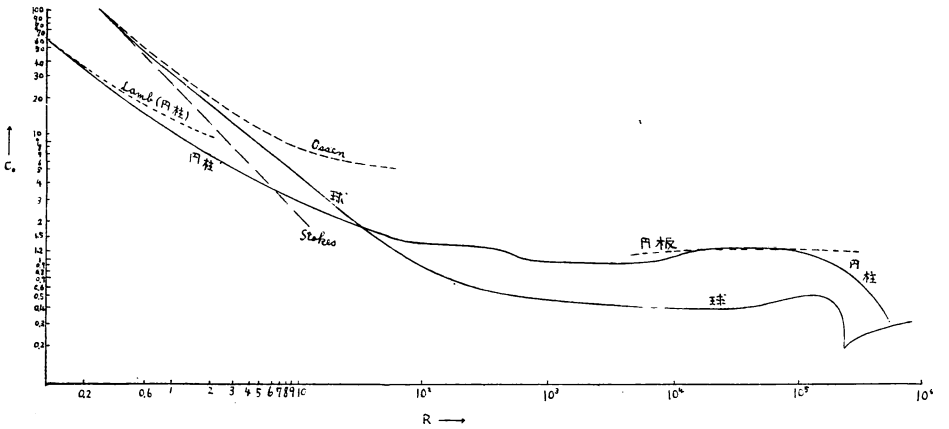
Fig. 5　雛形防風林風下の風速比と乱れの強さ　　D型



附　図　(1)　　Kárman.



附　図 (2)　　(風洞試験規定より)



緒　　言

以上は観測値も少く，之によつて結論を得ることも困難であるが，然し乍ら一応防風林機能の判定に就いての効果的な方法の考究に役立ち得るものと考える。即ち防風林風下に於て，一定の風速に対し，乱れの強さと風速比との変化曲線の相関（逆相関であるが）の度の高いもの程，林帯のより強い防風機能を示すものゝようであり，今後防風林機能の判定に当つては，単に風下の風速比のみによらず，このような方法も試みらるべきではなかろうかと考える。

摘　　要

従来防風林風下の効果は，風速比乃至乱れの強さによつて測定していたのであるが，樹冠は主として風下に於ける渦流の生成に寄与するものであり，樹幹は主として林帯を吹き抜ける風の阻止に影響を及ぼすものであることから，風速比も乱れの強さも共に林帯の機能をことごとく表わし得るものではなく，このためには防風林風下に於ける一定の風速に対する乱れの強さと風速比との変化曲線の相関度の大小を考えればよいが，これによつて防風林風下の効果を示すためには，尚多くの観測を行つて基準となるべき値を求めて置かなくてはならない。